

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

B01D 71/56

B01D 69/12 B32B 5/18

B32B 27/34

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98806725.0

[43]公开日 2000 年 8 月 2 日

[11]公开号 CN 1261818A

[22]申请日 1998.6.29 [21]申请号 98806725.0

[30]优先权

[32]1997.7.2 [33]JP [31]176904/1997

[86]国际申请 PCT/JP98/02954 1998.6.29

[87]国际公布 WO99/01208 日 1999.1.14

[85]进入国家阶段日期 1999.12.29

[71]申请人 日东电工株式会社

地址 日本大阪府茨木市

[72]发明人 广瀬雅彦 伊藤弘喜 小原知海

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邵红 杨丽琴

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 复合反渗透膜及其制造方法

[57]摘要

在多孔性支承体上形成聚酰胺表层的复合反渗透膜,设定该聚酰胺表层表面与水的接触角在 45°以下。这种复合反渗透膜具有高盐阻滞率和高水渗透性。这种复合反渗透膜的制造是利用涂敷在多孔性支承体上形成具有 2 个以上反应性氨基的化合物溶液 A 层,使该层与含多官能性酰卤化合物的溶液 B 接触,随后,再使该层与含有比溶液 B 浓度更高的多官能性酰卤化合物溶液 C 接触,形成聚酰胺表层,上述溶液 C 中多官能性酰卤化合物的浓度最好是溶液 B 中多官能性酰卤化合物浓度的 1.2 倍以上。

BEST AVAILABLE COPY

4 7 2 - 4 8 0 0 1 N S S I

权 利 要 求 书

1. 一种复合反渗透膜, 该复合反渗透膜是在多孔性支承体上形成聚酰胺表层的复合反渗透膜, 其中, 上述聚酰胺表层的表面与水的接触角在 45° 以下。

5 2. 根据权利要求 1 记载的复合反渗透膜, 其中, 接触角在 40° 以下。

3. 根据权利要求 1 记载的复合反渗透膜, 其中, 聚酰胺表层是由具有 2 个以上反应性氨基的化合物和具有 2 个以上反应性酰卤基的多官能性酰卤化合物反应形成的聚酰胺表层。

10 4. 根据权利要求 1 记载的复合反渗透膜, 其中, 在 0.05 wt% 食盐水供给液、 5 kgf/cm^2 操作压力、温度 25°C 、pH 6.5 的条件下, 盐阻滞率在 98% 以上, 渗透水量为 $0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{天}$ 以上。

5. 根据权利要求 1 记载的复合反渗透膜, 其中, 在 0.05 wt% 食盐水供给液、 5 kgf/cm^2 操作压力、温度 25°C 、pH 6.5 的条件下, 盐阻滞率在 98% 以上, 渗透水量为 $0.6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{天}$ 以上。

15 6. 一种复合反渗透膜的制造方法, 其中, 将含有具有 2 个以上反应性氨基的化合物的溶液 A 涂敷在多孔性支承体上, 形成层, 使该层与含有多官能性酰卤化合物的溶液 B 接触, 随后, 再使上述层与含有比上述溶液 B 更高浓度的多官能性酰卤化合物的溶液 C 接触, 形成聚酰胺表层。

20 7. 根据权利要求 6 记载的制造方法, 其中, 溶液 C 中所含的多官能性酰卤化合物的浓度是溶液 B 中所含多官能性酰卤化合物浓度的 1.2 倍以上。

8. 根据权利要求 6 记载的制造方法, 其中, 溶液 C 中所含多官能性酰卤化合物的浓度是溶液 B 中所含多官能性酰卤化合物浓度的 1.3 倍以上, 5000 倍以下。

25 9. 根据权利要求 6 记载的制造方法, 其中, 与溶液 C 接触时, 仍残留未反应的溶液 B。

10. 根据权利要求 6 记载的制造方法, 其中, 溶液 A 中所含的具有 2 个以上反应性氨基的化合物是从芳香族多官能胺、脂肪族多官能胺和脂环族多官能胺中选出的至少一种化合物。

30 11. 根据权利要求 10 记载的制造方法, 其中, 芳香族多官能胺是选自间苯二胺、对苯二胺、1,3,5-三氨基苯、1,2,4-三氨基苯、3,5-二氨基安息香酸、2,4-二氨基甲苯、2,4-二氨基苯甲醚、阿米酚和苯二甲基

二胺中的至少一种芳香族多官能胺；脂肪族多官能胺是从乙二胺、丙二胺和三(2-氯乙基)胺中选出的至少一种脂肪族多官能胺；脂环族多官能胺是从1,3-二氨基环己烷、1,2-二氨基环己烷、1,4-二氨基环己烷、哌嗪、2,5-二甲基哌嗪和4-氨基甲基哌嗪中选出的至少一种脂环族多官能胺。

12. 根据权利要求6记载的制造方法，其中，溶液B和溶液C中所含的多官能性酰卤化合物是从芳香族多官能性酰卤化合物、脂肪族多官能性酰卤化合物和脂环族多官能性酰卤化合物中选出的至少一种多官能性酰卤化合物。

13. 根据权利要求12记载的制造方法，其中，芳香族多官能性酰卤化合物是从均苯三酰氯、对苯二甲酰氯、间苯二甲酰氯、联苯二甲酰氯、萘二甲酰氯、苯三磺酰氯、苯二磺酰氯和氯磺基苯二甲酰氯中选出的至少一种芳香族多官能性酰卤化合物；脂肪族多官能性酰卤化合物是从丙三酰氯、丁三酰氯、戊三酰氯、戊二酰卤化物和己二酰卤化物中选出的至少一种脂肪族多官能性酰卤化合物；脂环族多官能性酰卤化合物是从环丙烷三酰氯、环丁烷四酰氯、环戊烷三酰氯、环戊烷四酰氯、环己烷三酰氯、四氢呋喃四酰氯、环戊烷二酰氯、环丁烷二酰氯、环己烷二酰氯和四氢呋喃二酰氯中选出的至少一种脂环族多官能性酰卤化合物。

14. 根据权利要求6记载的制造方法，其中，溶液B和溶液C中至少一种溶液中所含的多官能性酰卤化合物具有亲水基。

15. 根据权利要求14记载的制造方法，其中，亲水基是从 $-\text{COOX}$ 、 $-\text{OH}$ 、 $-\text{SO}_3\text{X}$ 、 $-\text{OSO}_3\text{X}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、 NR_2Y 和 $-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)-$ 中选出的至少一种基。上述X表示氢原子、碱金属、或 $-\text{NH}_4$ ，R表示氢原子或烷基、Y表示卤素。

16. 根据权利要求6记载的制造方法，其中，与溶液C接触后，再与酸性水溶液和碱性水溶液中至少一种水溶液接触。

17. 根据权利要求16记载的制造方法，其中，酸性水溶液的pH为pH 1~5的范围，碱性水溶液的pH为pH 8~13的范围。

说明书

复合反渗透膜及其制造方法

技术领域

5 本发明是关于有选择地分离液态混合物中各成分的复合反渗透膜及其制造方法，更详细讲，是关于在多孔性支承体上具有以聚酰胺为主要成分的聚酰胺表层，并同时兼有盐的高阻滞率和高渗透性的复合反渗透膜及其制造方法。

10 这种复合反渗透膜最适于超纯水的制造、海水或坑水的脱盐等。另外对于印染排水和电镀涂料排水等产生公害的工业排水等，也可以用来去除其中的污染源，或者去除并回收其中的有用物质，实现排放水密闭（循环）化。除此之外，在食品工业等领域中也可以用来浓缩有效成分等。

背景技术

15 多年来，作为结构与非对称反渗透膜不同的反渗透膜，已知的是在多孔性支承体上形成具有能进行选择分离功能的薄膜（表层）的复合反渗透膜。

20 作为这种复合反渗透膜，目前已公开的大多是在多孔性支承体上具有通过多官能团芳香族胺和多官能团芳香族酰卤化合物的界面聚合获得的聚酰胺制薄膜（例如，特开昭 55-147106 号公报、特开昭 62-121603 号公报、特开昭 63-218208 号公报、特开平 2-187135 号公报等）。也公开了一种在多孔性支承体上具有通过多官能团芳香族胺和多官能团脂环族酰卤化合物的界面聚合获得的聚酰胺制薄膜的复合反渗透膜（例如，特开昭 61-42308 号公报等）。

25 然而，上述这些现有的复合反渗透膜，虽然具有很高的脱盐性能和水渗透性能，但还不够充分，从效率等方面考虑，还需要在维持更高的脱盐性能的同时进一步提高水的透过性能。对于这些要求，当前虽然提出了使用各种添加剂的技术（例如，特开昭 63-12310 号等），但是目前还没能获得达到上述要求水平的复合反渗透膜。

30 再有，在特开昭 63-178805 号公报中提出了一种通过 2 阶段反应形成薄膜的方法，即第 2 阶段含有低浓度的多官能性反应试剂的方法，但是利用这种方法获得的复合反渗透膜，虽然盐的阻止率稍有增高，但

是，渗透速度却降低了，即使利用这种方法，也得不到能满足上述要求的复合反渗透膜。

因此，本发明的目的是提供一种高的盐阻止率和高水渗透性兼备的复合反渗透膜及其制造方法。

5 发明的公开

为了达到上述目的，本发明的复合反渗透膜是在多孔性支承体上形成聚酰胺表层的复合反渗透膜，使聚酰胺表层的表面和水的接触角在 45° 以下。

这样，当接触角是 45° 以下时，能保持很高的盐阻滞率，同时渗透流束增高，水渗透性优良。上述接触角的最好范围在 40° 以下。

本发明中，可利用常规方法测定接触角。例如，清洗上述聚酰胺表层的表面，而且很好地干燥，在上面滴上纯水，测定该水滴和聚酰胺表层形成的角（水滴内部的角）。上述测定，最好是在滴上水滴约过15秒后进行。

15 本发明的复合反渗透膜，构成该复合反渗透膜的上述聚酰胺表层，最好是使具有2个以上反应性氨基的化合物和具有2个以上反应性酰基的多官能性酰基化合物进行反应形成的聚酰胺表层。

本发明的复合反渗透膜的性能，以0.05 wt%食盐水的供给液、5 kgf/cm²的操作压力、25℃的温度、pH 6.5的条件下进行评价时，盐阻滞率最好在98%以上，渗透水量最好在0.5 m³/m²·天以上。若获得这种水平的高盐阻滞率和高渗透水量，使实际的运行压力定在5 kgf/cm²以下，例如，定在3 kgf/cm²程度的低压力下就能去除离子，那么就可
20 用聚氯乙烯等廉价材料管子组装使用本复合反渗透膜的设备的配管，就费用上讲是有利的。另外，若是上述性能的复合反渗透膜，在自来水水平的压力下也可充分使用。最好是在和上述相同的条件下，盐阻滞率在
25 98%以上，渗透水量在0.6 m³/m²·天以上，更好是盐阻滞率在99%以上，渗透水量在0.7 m³/m²·天以上。

而本发明的复合反渗透膜的制造方法是在多孔性支承体上涂布具有2个以上反应性氨基的化合物溶液A，形成涂层，再使该层与含有多
30 官能团性酰基化合物的溶液B接触，随后，使该层再和浓度比溶液B更高的多官能团性酰基化合物溶液C接触，形成聚酰胺表层的方法。

根据该方法，可制造出本发明的复合反渗透膜。

另外，本发明的复合反渗透膜，最好按照该制造方法进行制造，但并不仅限于此，也可以利用其他的制造方法进行制造。

本发明的制造方法中，上述溶液 C 中所含的多官能团性酰卤化合物的浓度最好是溶液 B 中所含多官能团性酰卤化合物浓度的 1.2 倍以上，1.3 倍以上，5000 倍以下特别好。即，低于 1.2 倍时，得不到高盐阻滞率和高渗透水量兼有的复合反渗透膜，反之，若超过 5000 倍时，得不到相应性能的提高，对于费用或效率也极为不利。对于上述浓度标准没有特殊限制，例如以重要为标准也可以。

本发明的制造方法，在与上述溶液 C 接触时，最好残留一部分未反应的溶液 B。

所谓残留一部分溶液 B 是指在与溶液 C 接触时，用肉眼能够确认有溶液 B 存在。在与溶液 C 接触时，即使没有残留溶液 B，也能获得具有高盐阻滞率和高渗透水量兼备的复合反渗透膜，但是，若残留一部分溶液 B，会获得更高性能的复合反渗透膜。

本发明中，上述溶液 A 中所含的具有 2 个以上反应性氨基的化合物，最好是从芳香族多官能团胺、脂肪族多官能团胺和脂环族多官能团胺中选出的至少一种化合物。

作为上述芳香族多官能团胺，最好是选自间苯二胺、对苯二胺、1,3,5-三氨基苯、1,2,4-三氨基苯、3,5-二氨基安息香酸、2,4-二氨基甲苯、2,4-二氨基苯甲醚、阿米酚和苯二甲基二胺中的至少一种芳香族多官能胺，这些化合物可单独使用，也可 2 种以上混合使用。

作为上述脂肪族多官能团胺最好是从乙二胺、丙二胺和三(2-氨基乙基)胺中选出的至少一种脂肪族多官能团胺，这些可以单独使用，也可以 2 种以上混合使用。

作为上述脂环族多官能团胺，最好是从 1,3-二氨基环己烷、1,2-二氨基环己烷、1,4-二氨基环己烷、哌嗪、2,5-二甲基哌嗪和 4-氨基甲基哌嗪中选出的至少一种脂环族多官能团胺，这些化合物可单独使用，也可 2 种以上混合使用。

本发明中，作为上述溶液 B 和溶液 C 中所含的多官能性卤化合物，最好是从芳香族多官能性酰卤化合物、脂肪族多官能性酰卤化合物和脂环族多官能性酰卤化合物中选出的至少一种多官能性卤化合物。

作为上述芳香族多官能性酰卤化合物最好是从均苯三甲酰氯、对苯

二甲酰氯、间苯二甲酰氯、联二苯二甲酰氯、萘二甲酰氯、苯三磺酰氯、苯二磺酰氯和氯磺基苯二甲酰氯中选出的至少一种芳香族多官能性酰卤化合物，这些化合物可单独使用，也可2种以上混合使用。

5 作为上述脂肪族多官能性酰卤化合物，最好是从丙三酰氯、丁三酰氯、戊三酰氯、戊二酰卤化物和己二酰卤化物中至少选出一种的脂肪族多官能性酰卤化合物，这些化合物可单独使用，也可2种以上组合使用。

10 作为上述脂环族多官能性酰卤化合物，最好是选自环丙烷三酰氯、环丁烷四酰氯、环戊烷三酰氯、环戊烷四酰氯、环己烷三酰氯、四氢呋喃四酰氯、环戊二酰氯、环丁二酰氯、环己二酰氯和四氢呋喃二酰氯中的至少一种脂环族多官能性酰卤化合物，这些化合物可以单独使用，也可以2种以上混合使用。

15 本发明中，在上述溶液B和溶液C中至少一方溶液中所含的多官能性酰卤化合物优选具有亲水基，作为上述亲水基最好从 $-\text{COOX}$ 、 $-\text{OH}$ 、 SO_3X 、 $-\text{OSO}_3\text{X}$ 、 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{NR}_2\text{Y}$ 和 $-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)$ 中选出的至少一种基。上述X表示氢原子、碱金属或 $-\text{NH}_4$ ，R表示氢原子或烷基，Y表示卤素。作为这些亲水基的具体实例有羧基、羟基、磺酸基、氨基等，这些中最好的是羧基、磺酸基、氨基。

20 本发明的制造方法中，在与上述溶液C接触后，最好进一步与酸性水溶液和碱性水溶液中至少一种水溶液接触。作为上述酸性水溶液最好是pH 1~5的酸性水溶液，作为这种溶液的酸性物质，例如有磷酸、盐酸、硫酸、硝酸等。作为上述碱性水溶液最好是pH 8~13的碱性水溶液，作为这种溶液的碱性物质，例如有氢氧化钠等。

实施发明的最佳方案

25 以下详细说明本发明

本发明中使用的上述溶液A中所含的、具有2个以上反应性氨基的化合物，没有特殊限定，例如，可以使用上述化合物，上述溶液A通常是水溶液。

30 上述溶液A中除了上述胺成分外，也可以含有其他成分。例如，为了容易制膜，或提高所得复合反渗透膜的性能，例如也可以含有少量的聚乙烯醇、聚乙烯基吡咯烷酮、聚丙烯酸等聚合物，或山梨糖醇、甘油等一类的多价醇。

上述溶液 A 最好含有特开平 2-187135 号公报中记载的胺盐,例如四烷基卤化铵或三烷基胺与有机酸形成的盐等。通过含有这些胺盐,溶液 A 向支承体的吸收性会变得更好,促进了缩合反应,使制膜变得更加容易。

- 5 上述溶液 A 也可以含有十二烷基苯磺酸钠、十二烷基硫酸钠、月桂基硫酸钠等表面活性剂。这些表面活性剂能有效改善溶液 A 对多孔性支承体的润湿性。

本发明中,上述溶液 A 中含有特开平 8-224452 号公报中记载的溶解度参数为 $8 \sim 14 (\text{Cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 的物质,并使之存在于上述溶液 A、B 和 C 的反应物中,故可进一步提高渗透流束。

所谓上述溶解度参数是指,令液体的摩尔蒸发热为 $\Delta H \text{ Cal/mol}$ 、摩尔体积为 $V_{\text{cm}^3}/\text{mol}$ 时,定义为 $(\Delta H/V)^{1/2} (\text{Cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$ 。

作为具有这种溶解度参数的物质,例如,醇类、醚类、酮类、酯类、卤化烃类、含硫化合物类等,都具有上述规定的溶解度。

- 15 作为上述醇类,例如有乙醇、丙醇、丁醇、丁基醇、1-戊醇、2-戊醇、t-戊醇、异戊醇、异丁醇、异丙醇、十一烷醇、2-乙基丁醇、2-乙基己醇、辛醇、环己醇、四氢糠醇、新戊二醇、t-丁醇、苯甲醇、4-甲基-2-戊醇、3-甲基-2-丁醇、戊基醇、烯丙基醇、乙二醇、二乙二醇、三乙二醇、四乙二醇等。

- 20 作为上述醚类有苯甲醚、乙基异戊基醚、乙基-t-丁基醚、乙基苯甲醚、冠醚、甲苯基甲基醚、二异戊基醚、二异丙基醚、二乙基醚、二噁烷、二缩水甘油醚、桉树脑、二苯基醚、二丁基醚、二丙基醚、二苄基醚、二甲基醚、四氢吡喃、四氢呋喃、三噁烷、二氯乙醚、丁基苯醚、呋喃、甲基-t-丁基醚、单二氯二乙基醚、乙二醇二甲基醚、乙二醇二乙基醚、乙二醇二丁基醚、乙二醇单甲基醚、乙二醇单乙基醚、乙二醇单丁基醚、二乙二醇二甲基醚、二乙二醇二乙基醚、二乙二醇二丁基醚、二乙二醇单甲基醚、二乙二醇单乙基醚、二乙二醇单丁基醚、二亚乙基氯代醇等。

- 30 作为上述酮类,例如有乙基丁基酮、二丙酮醇、二异丁酮、环己酮、2-庚酮、甲基异丁基酮、甲基乙基酮、甲基环己酮等。

作为上述酯类,例如有甲酸甲酯、甲酸乙酯、甲酸丙酯、甲酸丁酯、甲酸异丁酯、甲酸异戊酯、醋酸甲酯、醋酸乙酯、醋酸丙酯、醋酸丁酯、

醋酸异丁酯、醋酸戊酯等。

作为上述卤代烃类，例如有烯丙基氯化物、氯戊烷、二氯甲烷、二氯乙烷等。

作为上述含硫化合物类，例如有二甲基亚砷、环丁砷、四氢噻吩等。

5 这些中，特别是，上述醇类、上述醚类最好。而且这些化合物可单独使用，也可2种以上组合使用。

为了促进上述界面的缩聚反应，在上述溶液A中，使用氢氧化钠或磷酸三钠以去除界面反应时生成的卤化氢，或者使用酰化催化剂等作催化剂，也是有益的。

10 作为本发明中优选使用的溶液B和溶液C的溶剂，例如有与水不混合的有机溶剂，其中特别好用的，例如有烃类（如己烷、庚烷、辛烷、壬烷、癸烷、环己烷等）、卤代烃类（例如四氯化碳、三氯三氟乙烷、二氯四氯乙烷）等。

15 本发明中使用的上述溶液B和溶液C中所含的多官能性酰卤化合物，没有特殊限制，可以使用上述的化合物。

本发明中通过使具有2个以上氨基的化合物和多官能性酰卤化合物进行界面聚合，可在多孔性支承体上形成以聚酰胺为主成分的薄膜（聚酰胺表层）。

20 上述溶液A、溶液B、溶液C中，具有2个以上氨基化合物和多官能性酰卤化合物的浓度，只要上述溶液B和溶液C中两种多官能性酰卤化合物的浓度比在上述规定范围内即可，没有特殊限制，但是，溶液B中多官能性酰卤化合物的浓度，通常为0.01~5 wt%，最好为0.05~1 wt%，溶液C中多官能性酰卤化合物的浓度，通常为0.02~50 wt%，最好为0.06~20 wt%，具有2个以上氨基的化合物浓度，通常为25 0.1~10 wt%，最好为0.5~5 wt%。

30 本发明中，支承上述聚酰胺表层的多孔性支承体，只要能支承上述层的物体均可，没有特殊限定，例如可以使用由聚砷、聚醚砷一类的聚芳基醚砷、聚酰亚胺、聚偏氟乙烯等种种材料形成的支承体，特别是从化学、机械、热的稳定性考虑，最好使用由聚砷、聚芳基醚砷形成的多孔性支承膜。

上述多孔性支承膜通常厚度为25~125 μm ，最好为40~75 μm ，但是并不仅限于这些。

本发明的制造方法，例如，使用上述材料按以下方式实施。即，首先，通过涂敷将含有具有 2 个以上氨基的化合物溶液 A 被覆在上述多孔性支承体上，形成第 1 层，在该第 1 层上涂敷含有多官能酰卤化合物溶液 B，进行被覆后，再通过涂敷被覆上溶液 C，通常约在 20~150℃，
5 最好约在 70~130℃ 下加热干燥约 1~10 分钟，最好约 2~8 分钟，形成由聚酰胺形成的水渗透性薄膜（聚酰胺表层）。该薄膜的厚度通常约为 0.02~2 μm，最好约 0.1~1.0 μm。这种聚酰胺表层通常内部具有交联。

在本发明的复合反渗透膜制造方法中，像特公昭 63-36803 号公报
10 中记载的那样，对获得的复合反渗透膜，进一步利用次亚氯酸等进行氯处理，可进一步提高盐阻滞性能。

以下结合比较例对实施例进行说明。

实施例 1

制作含有 2.0 wt% 间苯二胺、0.15 wt% 月桂基硫酸钠、2.0 wt%
15 三乙胺、4.0 wt% 樟脑磺酸、8 wt% 异丙醇的水溶液，作为溶液 A，使其与多孔性聚砒支承膜接触，除去多余的溶液 A，在上述支承膜上形成溶液 A 层。

接着，使上述支承膜的表面与作为溶液 B 的含有 0.12 wt% 均苯三
酰氯的异辛烷溶液接触，趁用肉眼观察该溶液 B 还未干燥的时候，使该
20 层再与含 0.5 wt% 均苯三酰氯的异辛烷溶液 C 接触，随后，在 120℃ 的热风干燥机中保持 3 分钟，在上述支承膜上形成聚酰胺表层，得到复合反渗透膜。

所得复合反渗透膜的性能，在 5 kgf/cm² 的压力下，对含有 500 ppm
氯化钠的 pH 6.5 的食盐水进行评价时，利用渗透液导电率测定的盐阻
25 滞率为 99.5%，渗透流束为 1.1 m³/m²·天。

向所得复合反渗透膜通水后，60℃ 下干燥 1 小时，再将蒸馏水滴在
膜面（聚酰胺表层表面）上，15 秒钟后，测定其接触角，为 39°。

实施例 2、3、比较例 1、2

除了将实施例 1 中溶液 C 的均苯三酰氯浓度改变外，其他和实
30 例 1 相同，得到复合反渗透膜。和实施例 1 一样，对这些复合反渗透膜的性能进行评价。结果示于下表 1 中。

实施例 4

除了用肉眼观察到溶液 B 干燥后再与溶液 C 接触外，其他和实施例 1 一样，得到复合反渗透膜。和实施例 1 一样，对这种复合反渗透膜的性能进行评价。结果示于表 1。

5

表 1

	溶液 C 中多 官能性酰卤 化合物浓度 (wt %)	盐阻滞率 (%)	渗透流束 (m ³ /m ² 日)	水接触角 (度)
实施例 2	0.25	99.5	0.9	29
实施例 3	1.0	99.5	1.0	32
实施例 4	0.50	99.5	0.8	39
比较例 1	0.00	93	0.7	51
比较例 2	0.12	97	0.7	47

从上述表 1 可知，水接触角在 45° 以下，溶液 C 中均苯三酰氯浓度比溶液 B 中均苯三酰氯浓度高（1.2 倍以上）的实施例复合反渗透膜，
10 渗透流束和盐阻滞率都很高，是高性能的复合反渗透膜。特别是在溶液 B 未干燥状态下与溶液 C 接触的实施例 1,2,3，其性能都非常优良。

对此，水接触角超过 45° 的比较例复合反渗透膜，其渗透流束很低。

工业中的应用领域

如上所述，本发明的复合反渗透膜是具有高盐阻滞率和高水渗透性
15 的复合反渗透膜，达到并高于当前所要求的水平。若使用本发明的复合反渗透膜，由于在很低的运行压力下能充分分离盐等，例如，可以用聚氯乙烯等廉价材料的管道组装水净化装置的配管，降低了费用。本发明的复合反渗透膜，由于在自来水水平压力下就可使用，因此也适用于家庭用水净化装置。

20

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.